

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **61275706 A**

(43) Date of publication of application: **05.12.1986**

(51) Int. Cl **G02B 6/12**

(21) Application number: **60118447**

(22) Date of filing: **30.05.1985**

(71) Applicant: **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**

(72) Inventor: **SHIBATA YUTAKA
OSAWA YOSHITAKA
NISHIMURA AKIRA
NIWA SHINICHIRO
UEMIYA TAKAFUMI**

(54) OPTICAL WAVEGUIDE

(57) Abstract:

PURPOSE: To make it possible to freely change the refractive index of an optical waveguide over a wide range by constituting the optical waveguide of a crosslinked siloxane polymer formed by incorporating a substituent for controlling the refractive index into a siloxane polymer by hydrosilylation reaction.

CONSTITUTION: The substituent for controlling the refractive index is incorporated into the side chain of the siloxane polymer by the hydrosilylation reaction and the progression of the crosslinking of the silox-

ane polymer is also made possible, by which the crosslinked siloxane polymer having the different refractive index can be easily obtd. The refractive index of the optical waveguide can be accurately changed over a wide range by such crosslinked siloxane polymer. The optical waveguide having the large opening rate is obtainable by using the crosslinked siloxane polymer incorporated therein with the substituent to decrease the refractive index for the clad and the polymer incorporated therein with the substituent to increase the refractive index for the optical waveguide section, respectively to constitute the optical waveguide.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-275706

⑤Int.Cl.⁴

G 02 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

8507-2H

④公開 昭和61年(1986)12月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全11頁)

⑬発明の名称 光導波路

⑭特 願 昭60-118447

⑮出 願 昭60(1985)5月30日

⑯発 明 者 柴 田 豊 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内⑯発 明 者 大 澤 良 隆 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内⑯発 明 者 西 村 昭 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内⑯発 明 者 丹 羽 真 一 郎 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内

⑰出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地

⑱代 理 人 弁理士 青 山 葆 外2名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路

2. 特許請求の範囲

1. クラッドおよび光導波部よりなる光導波路において、少なくとも光導波部が屈折率を制御するための置換基をヒドロシリル化反応により導入した架橋シロキサンポリマーよりなることを特徴とする光導波路。

2. 架橋シロキサンポリマーが、(a)少なくとも1つの非共役型不飽和結合および屈折率を制御するための置換基を有する有機化合物と(b)水素化ケイ素を有するシロキサンポリマーとのヒドロシリル化反応により側鎖に該置換基を導入したシロキサンポリマーを、ヒドロシリル化反応において反応せずに残った該シロキサンポリマー中の水素化ケイ素と、(c)少なくとも2個の非共役型不飽和結合を有する有機化合物とのヒドロシリル化反応により架橋した架橋シロキサンポリマーである特許請求の範囲第1項に記載の光導波路。

3. 有機化合物(a)の屈折率を制御するための置換基が芳香族炭化水素基である特許請求の範囲第2項に記載の光導波路。

4. 有機化合物(a)の屈折率を制御するための置換基がフッ素含有炭化水素基である特許請求の範囲第2項に記載の光導波路。

5. 有機化合物(c)が少なくとも2個の非共役型不飽和結合を有し、かつ屈折率を制御するための置換基を有する特許請求の範囲第2～4項のいずれかに記載の光導波路。

6. 有機化合物(c)が少なくとも2個の非共役型不飽和結合を有し、かつシロキサン単位を有する特許請求の範囲第2～4項のいずれかに記載の光導波路。

7. 有機化合物(c)が少なくとも2個の非共役型不飽和結合を有し、かつ屈折率を制御するための置換基とシロキサン単位を有する特許請求の範囲第2～4項のいずれかに記載の光導波路。

8. 有機化合物(a)と有機化合物(c)とが同一の化合物である特許請求の範囲第2～7項のいずれ

かに記載の光導波路。

9. 架橋シロキサンポリマーが(d) 少なくとも1個の水素化ケイ素を有し、かつ屈折率を制御するための置換基を有するシロキサン化合物またはシラン化合物と(e)非共役型不飽和結合を有するシロキサンポリマーとのヒドロシリル化反応により側鎖に該置換基を導入したシロキサンポリマーを、ヒドロシリル化反応において反応せずに残った該シロキサンポリマー中の非共役型不飽和結合と、(f) 少なくとも2個の水素化ケイ素を有するシロキサン化合物またはシラン化合物とのヒドロシリル化反応により架橋した架橋シロキサンポリマーである特許請求の範囲第1項に記載の光導波路。

10. シロキサン化合物(d) が水素化ケイ素を有するシロキサンポリマーと少なくとも1つの非共役型不飽和結合を有し、かつ屈折率を制御するための置換基を有する有機化合物とのヒドロシリル化反応により、該シロキサンポリマーの側鎖に該置換基を導入したシロキサンポリマーである特許

とシロキサン化合物またはシラン化合物(f) とが同一の化合物である特許請求の範囲第9～14項に記載の光導波路。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は光導波路に関し、更に詳しくはクラッドと光導波路よりなる光導波路において少なくとも光導波部が屈折率を制御する為の置換基をヒドロシリル化反応により導入した架橋シロキサンポリマーよりなる光導波路に関する。

[従来技術]

比較的安価な光導波路用材料としてプラスチックがあるが、利用可能な素材は4～5種類と少なく、またプラスチックは耐熱性に劣る。

シロキサンポリマーは、透明性、耐熱性に優れ、架橋硬化後にゴム状弾性を示すことから、興味ある光学材料として注目されている。

光導波路としてシロキサンポリマーを用いることは古くから知られている。たとえば、ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジッ

ク請求の範囲第9項に記載の光導波路。

11. シロキサン化合物(f) が水素化ケイ素を有するシロキサンポリマーと少なくとも1つの非共役型不飽和結合を有し、かつ屈折率を制御するための置換基を有する有機化合物とのヒドロシリル化反応により、該シロキサンポリマーの側鎖に該置換基を導入したシロキサンポリマーである特許請求の範囲第9項または第10項に記載の光導波路。

12. 屈折率を制御するための置換基が芳香族炭化水素基である特許請求の範囲第9～11項のいずれかに記載の光導波路。

13. 屈折率を制御するための置換基がフッ素含有炭化水素基である特許請求の範囲第9～11項のいずれかに記載の光導波路。

14. シロキサン化合物またはシラン化合物(f) が少なくとも2個の水素化ケイ素を有し、かつ屈折率を制御するための置換基を有する特許請求の範囲第9～13項のいずれかに記載の光導波路。

15. シロキサン化合物またはシラン化合物(d)

クス(J J A P), Vol. 10, (1971) 1597頁には、シリコンゴムが可撓性光導波路となることが示されている。また、特開昭54-150139号公報には、コアおよびクラッドの少なくとも一方をシリコンゴムで構成したことを特徴とする光伝達用クラッドロッドが開示されている。

しかしながらいづれの文献も、透明なかつ屈折率を制御したシロキサンポリマーを用いて性能の良い、かつ安価な光導波路を製造するための方法については何等言及していない。

一方、シロキサンポリマーはコンタクトレンズなどへの応用を意図した光学材料として注目されている。

古くは、たとえば米国特許第3,228,741号(1966年1月11日)では、ガス透過性のよい透明シリコンゴムから成るコンタクトレンズが示されている。

米国特許第3,996,189号(1976年12月7日)では、シリカ系充填剤の屈折率とシロキサンポリマーの屈折率とを整合させるために、

フェニル基を含むシロキサンポリマーを適量用いて、組成中のシロキサンポリマーの屈折率とシリカ系充填剤の屈折率とを整合させ、これにより光学的に透明なシロキサンポリマーを作る方法が開示されている。すなわち、ともに6～16モル%のフェニル基を含有した両末端ビニル基を有するシロキサンポリマーと両末端水素けい素結合($\equiv\text{SiH}$)を有するシロキサンポリマーとを白金触媒を用いた付加反応(ヒドロシリル化反応)により光学的に透明な架橋シロキサンポリマーを得ている。

次に、25℃における粘度が100～15,000cPの両末端ビニル基封鎖のフェニル基を含有したシロキサンポリマー(メチル基/フェニル基のモル比1/1～10/1)と25℃における粘度が0.5～5,000cPであるけい素-水素結合(SiH)を有するシロキサンポリマーと白金化合物とからなる光通信ガラスファイバー用被覆材[クラッド材(コア材より屈折率が大い)]が特開昭55-130844号公報(1980年10月11日公開)などに示されている。

リマーなどの重合物ないしはこれらのブレンド物を付加反応により架橋したシロキサンポリマーである。

以上のシロキサンポリマーの光学材料としての従来技術には次のような欠点がある。

- 1) 屈折率の制御が主としてフェニル基によるため、屈折率の制御範囲が限定される。
- 2) フェニル基含有シロキサンモノマーの共重合によって屈折率の制御を精度よく行うためには、共重合工程から何回かの試作を繰返す必要があるため、不経済であり、かつ時間がかかる。
- 3) 屈折率が異なる数種類の架橋シロキサンポリマーを得たい場合には、その各々について、フェニル基含有シロキサンポリマーの仕込み量を変えた共重合を行なう必要があり、品質管理、在庫などの面で種々の不都合が生じる。
- 4) ポリマーブレンドによる屈折率制御は、両ポリマーの相溶性からの制限と同時に、たとえ相溶性のあるポリマー同志を用いても、レーリー散乱が大きくなるため、透明性がそこなわれる。

一方、米国特許第3,341,490(1967年10月12日)においては、主としてジメチル/フェニルメチルシロキサンコポリマーとジメチル/メチルビニルシロキサンコポリマーとのブレンドによって補強性シリカ系充填剤を混合した透明なシロキサンポリマーが得られている。

以上の公知技術は、いずれも光学的に透明な架橋シロキサンポリマーに関するものであり、その中で屈折率の制御をフェニル基含有シロキサンにより行うものである。その具体的な方法としては、1,3,5-トリメチル-1,3,5-トリフェニルシクロトリシロキサン、1,3,5,7-テトラメチル-1,3,5,7-テトラフェニルシクロテトラシロキサン、ヘキサフェニルシクロトリシロキサン、オクタフェニルシクロテトラシロキサンなどのフェニル基含有環状シロキサンモノマーを用い、かつ付加反応による架橋のためのビニル基、けい素-水素結合を導入したジメチル/ジフェニルシロキサンコポリマー、ジメチル/メチルフェニルシロキサンコポリマー、メチルフェニルシロキサンポ

また、以上の公知技術は、いずれも光学的に透明なシロキサンポリマーに関するもので、用途としてはコンタクトレンズなどであり、屈折率を精度よく制御しようというものではない。

光導波路、光ファイバー等の基本原理となる屈折率の制御技術は重要である。光導波路のクラッドと光導波路との屈折率によって光導波路の重要な特性の一つである開口度が決まる。また光導波路と他の光素子、光デバイスなどとの接合において良好な光透過特性を得るためには、屈折率の整合が必要である。これらのために屈折率を精度よくかつ広範囲に変化させた光導波路が必要になってくる。

[発明の目的]

本発明の目的の一つは、自由に、しかも大きく屈折率を変化させ得る置換基を有する架橋シロキサンポリマーよりなる光導波路を提供することにある。

本発明の他の目的は、フェニル含有環状シロキサンモノマーの合成から得られるシロキサンポリ

マーによらず、屈折率を制御する為の置換基をヒドロシリル化反応によりシロキサンポリマーの側鎖に導入すると同時にヒドロシリル化反応により架橋させたシロキサンポリマーよりなる光導波路を提供することにある。

本発明のもう一つの目的は、他の光素子、光デバイスなどとの接合に適した屈折率を整合させた光導波路を提供することにある。

[発明の構成]

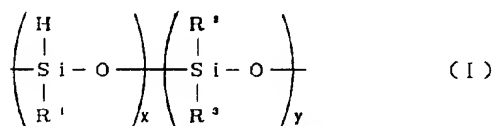
本発明のこれら目的は、クラッドおよび光導波部(コア)よりなる光導波路において、少なくとも光導波部が、屈折率を制御するための置換基をヒドロシリル化反応により導入したシロキサンポリマーよりなることを特徴とする光導波路により達成される。より詳しくは、少なくとも光導波部が次の架橋シロキサンポリマー(A)または(B)のいずれかによりなる光導波路である。

イ) 架橋シロキサンポリマー(A)

(a) 少なくとも1つの非共役型不飽和結合および屈折率を制御する為の置換基を有する有機化合物

Ⅰ. 架橋シロキサンポリマー(A)

水素化ケイ素を有するシロキサンポリマー(b)としては、たとえば式:



[式中、R¹は水素または炭素数1~12のアルキル基またはアルコキシ基、R²およびR³は同一または異なる炭素数1~12のアルキル基またはアルコキシ基、xおよびyは正の整数を表す。]

アルキル基としては、メチル、エチルなどの低級アルキル基、特にメチル基が好ましい。アルコキシ基としては、メトキシ、エトキシなどの低級アルコキシ基が好ましい。

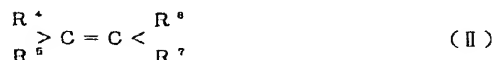
有機化合物(a)の屈折率を制御するための置換基としては芳香族炭化水素基またはフッ素置換炭化水素基が包含され、たとえば、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ピレニル基などの芳香族炭化水素基、フッ素置換アルキル基たとえばトリフルオロプロピル基などが好ましい。

と(b)水素化ケイ素を有するシロキサンポリマーとのヒドロシリル化反応により側鎖に該置換基を導入したシロキサンポリマーを、ヒドロシリル化反応において反応せずに残った該シロキサンポリマー中の水素化ケイ素と、(c)少なくとも2個の非共役型不飽和結合を有する有機化合物とのヒドロシリル化反応により架橋した架橋シロキサンポリマー

ロ) 架橋シロキサンポリマー(B)

(d) 少なくとも1個の水素化ケイ素を有しかつ屈折率を制御するための置換基を有するシロキサン化合物またはシラン化合物と(e) 非共役型不飽和結合を有するシロキサンポリマーとのヒドロシリル化反応により側鎖に該置換基を導入したシロキサンポリマーを、ヒドロシリル化反応において反応せずに残った該シロキサンポリマー中の非共役型不飽和結合と、(f) 少なくとも2個の水素化ケイ素を有するシロキサン化合物またはシラン化合物とのヒドロシリル化反応により架橋した架橋シロキサンポリマー。

有機化合物(a)としては、種々の有機化合物を用いることができ、たとえば式:

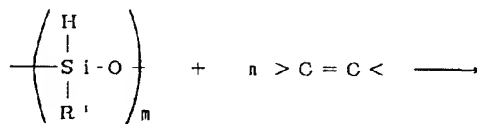


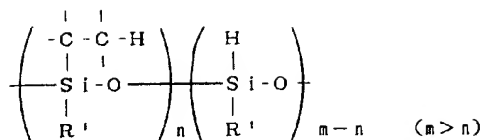
[式中、R⁴、R⁵、R⁶およびR⁷は同一または異なる置換基を表し、その内の少なくとも1つは屈折率を制御するための置換基である]。

で表される化合物であり、少なくとも1つ以上の非共役型不飽和結合を有する化合物である。

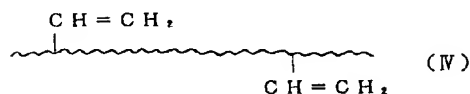
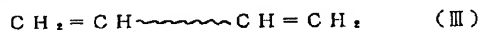
非共役型不飽和結合としてはビニル基、アリル基、イソプロベニル基などがあり、ビニル基が特に好ましい。

有機化合物(a)とけい素-水素結合を有するシロキサンポリマー(b)とのヒドロシリル化反応は次の形で進行する



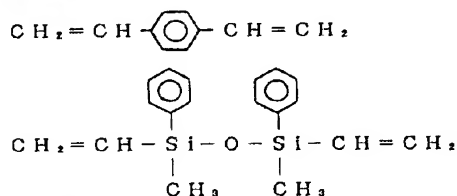


少なくとも2個の非共役型不飽和結合を有する有機化合物(c)としては、たとえば側鎖または鎖端にビニル基を有する下式で示されるものを用いることができる。



(ただし、 \sim :化学構造部)

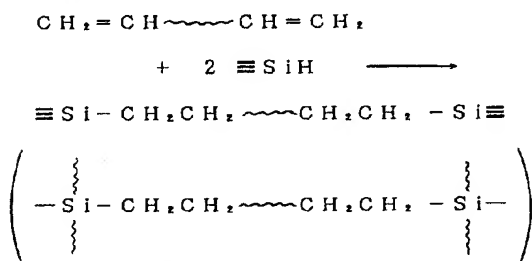
例えば、



また、有機化合物(c)としては、たとえば式：

つ以上の非共役型不飽和結合を有するものであればよく、また、シロキサン単位、屈折率を制御するための置換基を含んでもよい。

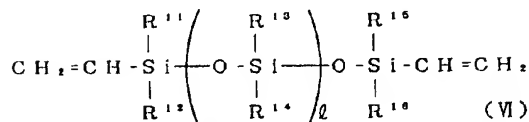
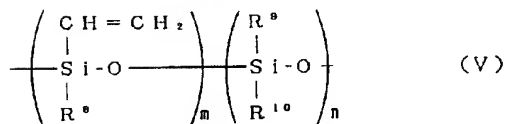
次にヒドロシリル化反応による架橋は下図のように進行する。



架橋は、有機化合物(a)とシロキサンポリマー(b)とのヒドロシリル化反応終了後に行ってもよく、あるいは、該ヒドロシリル化反応時に有機化合物(c)を共存させて両ヒドロシリル化反応を競争的に行わせてもよい。

II. 架橋シロキサンポリマー(B)

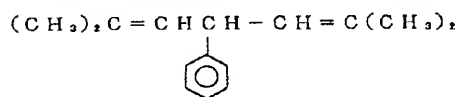
非共役型不飽和結合を有するシロキサンポリマー(e)としては、たとえば式：



[式中、 $R^9 \sim R^{16}$ は、ビニル基以外の置換基である。]

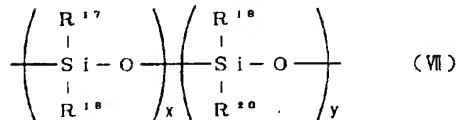
で表される末端または側鎖にビニル基を持つシロキサンポリマーを例示することができる。置換基としては、メチル基、エチル基などのアルキル基、アルコキシ基、シアノ基が例示される。

さらに有機化合物(c)としては、たとえば



などのごとく、非共役型不飽和結合を2つ以上有するものであればよい。

すなわち有機化合物(c)は、水素化けい素とのヒドロシリル化反応を生じさせる少なくとも2



[式中、 R^{17} は非共役型不飽和結合を有する置換基、 R^{18} 、 R^{19} および R^{20} は同一または異なる炭素数1～12のアルキル基またはアルコキシ基、 x および y は正の整数を表わす。]

で示される化合物である。

非共役型不飽和結合を有する置換基としては、ビニル基、アリル基、イソプロベニル基などがあり、ビニル基が特に好ましい。

アルキル基としては、メチル基、エチル基などの低級アルキル基、特にメチル基が好ましい。アルコキシ基としては、メトキシ、エトキシなどの低級アルコキシ基が好ましい。

また両末端は、たとえばビニル基などの非共役型不飽和結合を有する置換基で封鎖されていることが好ましい。

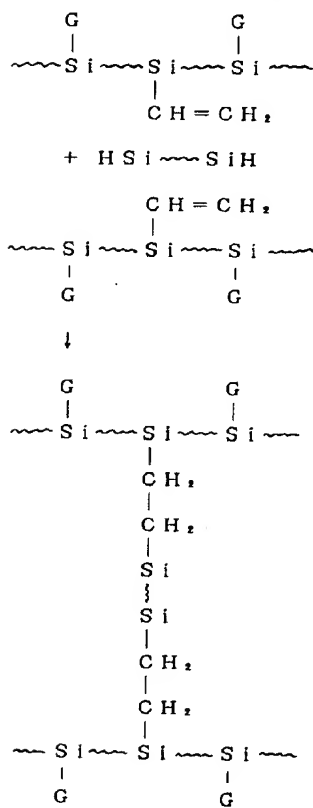
(d)の少なくとも1個の水素化けい素を有するシラン化合物で、屈折率を制御するための置換基

を有するものとしては、フェニルジメチルシラン、ジフェニルメチルシラン、フェニルシラン、ジフェニルシラン、メチルフェニルシラン、p-ビス(ジメチルシリル)ベンゼン、トリフェニルシラン、ビス[(p-ジメチルシリル)フェニル]エーテル、シクロヘキシルジメチルシランなどがある。

(d)の少なくとも1個の水素化ケイ素を有するシロキサン化合物で、屈折率を制御するための置換基を有するものとしては、1,3-ジフェニル-1,3-ジメチルジシロキサンなどの低分子量のもの以外に、次に述べるようなシロキサンポリマーであってもよい。

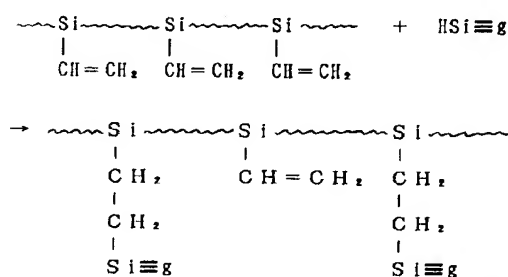
すなわち、(I)式に示した水素化ケイ素を有するシロキサンポリマーと、(II)式に示した少なくとも1つの非共役型不飽和結合を有しかつ屈折率を制御するための置換基を有する有機化合物とのヒドロシリル化反応により、該シロキサンポリマーの側鎖に該置換基を導入するとともに、シロキサンポリマーの水素化ケイ素の一部を未反応のまま残したシロキサンポリマーである。

ンポリマーとのヒドロシリル化反応による架橋は、たとえば次のように進行する。



(d)の少なくとも1個の水素化ケイ素を有し、

かつ屈折率を制御するための置換基を有するシラン化合物またはシロキサン化合物と、(e)の非共役型不飽和結合を有するシロキサンポリマーとのヒドロシリル化反応は、たとえば下図のように進行する。



ここで g は、屈折率を制御するための置換基を有する化学構造を表わす。上図のヒドロシリル化反応により、非共役型不飽和結合を有するシロキサンポリマーの側鎖に屈折率を制御するための置換基を導入できる。

次に少なくとも2個の水素化ケイ素を有するシロキサン化合物またはシラン化合物(f)と、未反応で残った非共役型不飽和結合を有するシロキサ

ここで G は、ヒドロシリル化反応により側鎖に導入した屈折率を制御するための置換基を有する化学構造を表わす。

架橋は、シロキサン化合物またはシラン化合物(d)とシロキサンポリマー(e)とのヒドロシリル化反応終了後に行なってもよく、あるいは該ヒドロシリル化反応時に、シロキサン化合物またはシラン化合物(f)を共存させて、両ヒドロシリル化反応を競争的に行なわせてもよい。

少なくとも2個の水素化ケイ素を有するシラン化合物(f)としては、ジメチルシラン、メチルシラン、テトラキス(ジメチルシロキシ)シランなどがある。また、少なくとも2個の水素化ケイ素を有するものであれば、前述したシラン化合物(d)としてあげたものから選択してもよい。

少なくとも2個の水素化ケイ素を有するシロキサン化合物(f)としては、1,1,3,3-テトラメチルジシロキサンなど以外に(I)式で表されるシロキサンポリマーであってもよい。また、少なくとも2個の水素化ケイ素を有するものであれば、

前述したシロキサン化合物(d)として例示したシロキサンポリマーなどから選択してもよい。

通常は、主として架橋のために少なくとも2個の水素化ケイ素を有するシロキサン化合物またはシラン化合物(f)と屈折率を制御するための置換基を有し、かつ少なくとも1個の水素化ケイ素を有するシラン化合物またはシロキサン化合物(d)とを併用することが屈折率制御と弾性率(網目濃度)制御の両者から見て好ましい結果が得られる。しかし、水素化ケイ素結合が2個以上あるものであれば、シロキサン化合物(d)およびシラン化合物(d)とシロキサン化合物(f)およびシラン化合物(f)とは同じものであってもよい。

以上、架橋シロキサンポリマー(A)および(B)について説明した。すなわち、ヒドロシリル化反応によって、シロキサンポリマーの側鎖に屈折率を制御するための置換基を導入するとともに、該シロキサンポリマーの架橋をも進行せしめることができる。このようなシロキサン

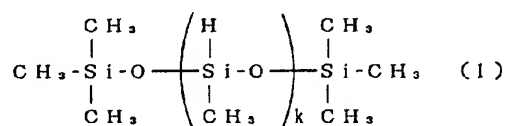
るため架橋シロキサンポリマーの可撓性をより生かした光導波路とすることができる。

本発明によるシロキサンポリマーはまた架橋する前は液状であるため加工が容易である。このため、たとえばFEP(テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレンコポリマー)チューブ内に、イメージファイバーを挿入後、照明用のライトガイドとして本発明のシロキサンポリマーを注入、硬化させて一体とした複合光導波路などへの応用もできる。

シロキサンポリマーは耐熱性にすぐれているため、他のプラスチック系光学材料よりなる光導波路より耐熱性のすぐれた光導波路が得られる。

実施例

[実施例1]



$$(M_w = 2900, n_D^{20} = 1.3990)$$

1.2g、2-ビニルナフタレン2.4gをそれぞれ

ポリマーによって屈折率を精度よく、かつ広範囲に変化させた光導波路を得ることができる。

[発明の効果]

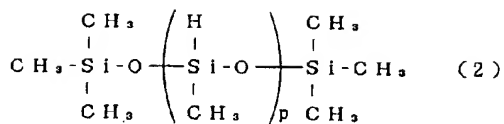
本発明によれば、ヒドロシリル化反応によりシロキサンポリマーに屈折率を制御するための置換基を導入した架橋シロキサンポリマーによる光導波路を得ることができる。すなわち、このような架橋シロキサンポリマーにより、光導波路の屈折率を精度よく、かつ広範囲に変化させることができ、これにより他の光素子、光デバイスなどとの接合において、屈折率を容易に整合させることができるため、良好な接合特性が得られる。

クラッドに屈折率を小さくする置換基、たとえばトリフルオロプロピル基を、また光導波部に屈折率を大きくする置換基、たとえばナフチル基をそれぞれ導入した架橋シロキサンポリマーを用いて光導波路とすれば、開口度の大きい光導波路とすることができ、発光素子との接合などに適した光導波路が得られることとなる。また開口度の大きい光導波路は、光学的に曲率半径を小さくでき

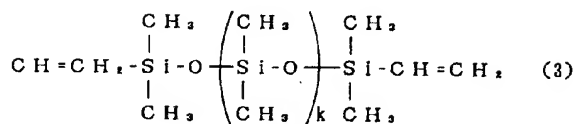
クロロホルム10mlに溶かし、両溶液を混合した。この混合液に塩化白金酸/メタノール溶液(濃度 $4.72 \times 10^{-4} M$)10mlを加え試験管に入れ、よく混合した後、70℃で73時間反応させた。反応生成物をメタノールで沈澱させた後、再びトルエンに溶解し、メタノールで沈澱させて透明な液状物を得た。

この液状物1g、1,3,5-トリビニル-1,1,3,5,5-ペンタメチルトリシロキサン0.1g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3} M$)0.1mlをよく混合し、内径2mmのFEP($n = 1.338$)のチューブに注入し、50℃で24時間反応硬化させて光導波路を得た。この硬化物(光導波部)は透明であり、20℃での屈折率を測定したところ、1.593であった。この光導波路の開口度は、計算によると0.86であった。

[実施例2]

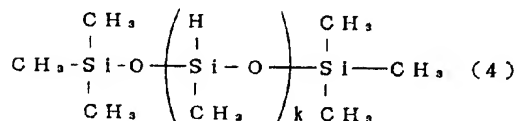
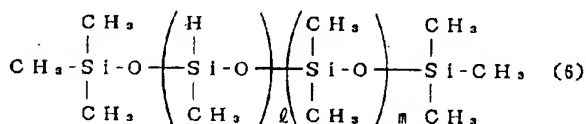
(Mw = 2920, $n_D^{20} = 1.3990$)

3 g、

(Mw = 23800, $n_D^{20} = 1.4053$)5 gおよびスチレン3 g、ならびに塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液 ($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)

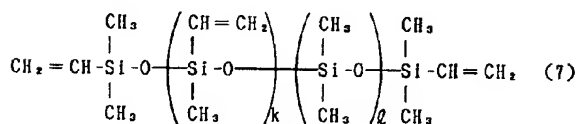
0.15 mlをよく混合し、実施例1と同様にして、60℃で3時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物(光導波部)は透明であり、20℃での屈折率を測定したところ、1.462であった。

[実施例3]

(Mw = 2900, $n_D^{20} = 1.3990$)(Mw = 9900, $l = 3\%$, $n_D^{20} = 1.4048$)

3.0 g、ジビニルベンゼン0.17 g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液 ($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$) 0.1 mlをよく混合し、実施例1と同様にして50℃で2.5時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物は透明であり、20℃での屈折率を測定したところ、1.413であった。

[実施例6]

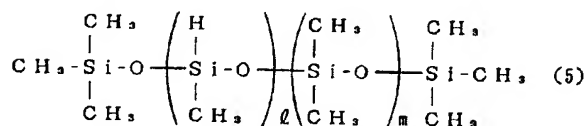
(Mw = 62400, $k = 19.3\%$, $n_D^{20} = 1.413$)

2.0 g、実施例4で用いたポリマー(5) 1.0 g、フェニルジメチルシラン1.0 g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液 ($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$) 0.1 mlをよく混合し、実施例1と同様にして70

2 g、ジビニルベンゼン4.7 g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液 ($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)

0.1 mlをよく混合し、内径2 mmの透明なシリコンゴム ($n = 1.41$) のチューブに注入し、50℃で24時間反応硬化させて光導波路を得た。この硬化物は透明であり、20℃での屈折率を測定したところ、1.469であった。

[実施例4]

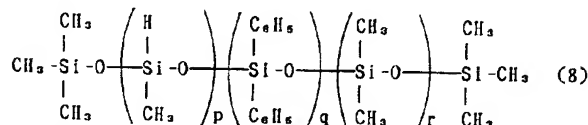
(Mw = 4700, $l = 32.2\%$, $n_D^{20} = 1.4018$)

2.0 g、ジビニルベンゼン0.66 g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液 ($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$) 0.1 mlをよく混合し、実施例3と同様にして50℃で6時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物(光導波部)は透明であり、20℃での屈折率を測定したところ、1.455であった。

[実施例5]

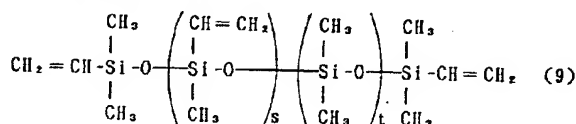
℃で1時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物は透明であり、20℃での屈折率を測定したところ、1.421であった。

[実施例7]

(Mw = 6000, $p = 42.4\%$, $q = 25.6\%$ $n_D^{20} = 1.501$)

1.0 g、実施例6で用いたポリマー(7) 2.0 g、フェニルジメチルシラン1.0 g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液 ($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$) 0.1 mlをよく混合し、実施例1と同様にして70℃で1時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物は透明であり、20℃での屈折率を測定したところ、1.429であった。

[実施例8]



($M_w = 132200$, $s = 24.2\%$ 、

$n_D^{20} = 1.416$)

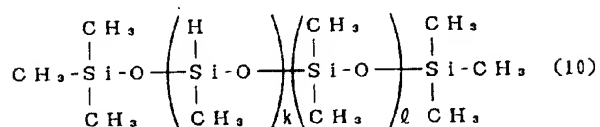
2.0g、フェニルシラン0.9g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.1mlをよく混合し、実施例1と同様にして100℃で1時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物の20℃での屈折率を測定したところ、1.437であった。

[実施例9]

実施例4で用いたポリマー(5) 5.0g、 $CH_2=CHC_6F_5$ 1.0g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.1mlをよく混合し、アンプル中50℃で3時間ヒドロシリル化反応に付した。生成物をメタノールで沈澱させ、回収し乾燥させた。次に、この得られた液状物0.2g、実施例6で用いたポリマー(7) 1.0g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.05mlをよく混合し、50℃で3時間ヒドロシリル化反応させた。

さらに、このものに1,1,3,3-テトラメチ

[実施例11]



($M_w = 66800$, $k = 28.9\%$ 、

$n_D^{20} = 1.402$)

2.7g、ジビニルベンゼン0.2g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.01mlをよく混合し脱泡した。この混合物を外径2mm、内径1mmのFEPチューブに注入した。常温で5日間放置し、混合物を硬化させ光導波路を得た。この光導波路の伝送損失を測定したところ、8dB/mであった。なお、この硬化物の20℃での屈折率を測定したところ、1.404であった。

[実施例12]

実施例2で用いたポリマー(3) 1.0g、実施例11で用いたポリマー(10) 3.0g、スチレン2.0gおよび塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.01mlをよく混合し、

ルシロキサン0.05gを加え、実施例1と同様にして70℃で1時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物は透明で、20℃での屈折率を測定したところ、1.403であった。

[実施例10]

実施例4で用いたポリマー(5) 2.5g、9-ビニルアントラセン0.5g、トルエン3ml、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.05mlをよく混合し、アンプル中50℃で3時間ヒドロシリル化反応に付した。生成物をメタノールで沈澱させ、回収し乾燥させた。次に、この得られた液状物0.1g、実施例6で用いたポリマー(7) 1.0g、実施例4で用いたポリマー(5) 0.1gおよび塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.05mlをよく混合し、実施例1と同様にして70℃で1時間反応硬化させ光導波路を得た。この硬化物は透明で、20℃での屈折率を測定したところ、1.416であった。

脱泡した。この混合物を実施例11と同様にして光導波路を得、伝送損失を測定したところ、2dB/mであった。なお、この硬化物の20℃での屈折率を測定したところ、1.408であった。

[実施例13]

実施例4で用いたポリマー(5) 1.5g、実施例8で用いたポリマー(9) 3.0g、フェニルジメチルシラン1.5gおよび塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.05mlをよく混合し、脱泡した。この混合物から実施例11と同様にして光導波路を得、伝送損失を測定したところ、10dB/mであった。なお、この硬化物の20℃での屈折率を測定したところ、1.420であった。

[実施例14]

実施例4で用いたポリマー(5) 10.0g、 $CH_2=CHC_6F_5$ 2.0g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3}M$) 0.2mlをよく混合し、ピーカー中50℃で3時間ヒドロシリル化反応に付した。生成物をメタノールで沈

酸させ、回収し乾燥させた。次に、この得られた液状物4.0gに、実施例2で用いたポリマー(3)0.4gおよび塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)0.05mlを加え、混合、脱泡した。この混合物から実施例11と同様にして光導波路を得、伝送損失を測定したところ、4dB/mであった。なお、この硬化物の20℃での屈折率を測定したところ、1.402であった。

[実施例15]

実施例4で用いたポリマー(5)5.0g、 $\text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{F}_5$ 、1.0g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)0.1mlをよく混合し、ビーカー中50℃で3時間ヒドロシリル化反応に付した。生成物をメタノールで沈殿させ、回収し乾燥させた。次に、この得られた液状物1.0gに、実施例8で用いたポリマー(9)3.0g、1,1,3,3-テトラメチルジシロキサン0.1gおよび塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)0.05mlを加え、混合後、脱泡した。この混合物から実施例11と同

ポリマー(9)3.0g、液状物B 0.1gおよび塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)0.05mlを加え、混合後、脱泡した。この混合物から実施例11と同様にして光導波路を得、伝送損失を測定したところ、5dB/mであった。なお、この硬化物の20℃での屈折率を測定したところ、1.406であった。

[実施例17]

実施例9と同様にして得られる未架橋ポリマーをプラスチックフィルムに塗布し、70℃で1時間反応硬化させクラッド層とし、その上に実施例1と同様にして得られる未架橋ポリマーを塗布し、50℃で24時間反応硬化させ光導波部とした。さらにその上から実施例9と同様にして得られる未架橋ポリマーを塗布し、70℃で1時間硬化させクラッド層とし、クラッドの屈折率1.403、光導波部の屈折率1.593の平面光導波路を得た。

特許出願人 住友電気工業株式会社

代理人 弁理士 青山 保 他2名

様にして光導波路を得、伝送損失を測定したところ、5dB/mであった。なお、この硬化物の20℃での屈折率を測定したところ、1.400であった。

[実施例16]

実施例4で用いたポリマー(5)5.0g、 $\text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{F}_5$ 、1.0g、塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)0.1mlをよく混合し、ビーカー中50℃で3時間ヒドロシリル化反応に付した。生成物をメタノールで沈殿させ、回収し乾燥させた。得られた液状物をAとする。

一方、実施例4で用いたポリマー(5)2.0g、スチレン1.0g、および塩化白金酸のイソプロピルアルコール溶液($3.8 \times 10^{-3} \text{M}$)0.05mlをよく混合し、ビーカー中50℃で3時間ヒドロシリル化反応に付した。生成物をメタノールで沈殿させ、回収し乾燥させた。得られた液状物をBとする。

続いて液状物A 1.0gに、実施例8で用いた

第1頁の続き

⑦発 明 者 上 宮 崇 文 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内